

I D S

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-55726

⑤ Int. Cl.⁵
G 01 J 3/45

識別記号 庁内整理番号
8707-2G

④ 公開 平成4年(1992)2月24日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭ 発明の名称 フーリエ分光器

⑯ 特 願 平2-165566

⑰ 出 願 平2(1990)6月26日

⑱ 発 明 者 大 内 千 種 神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キヤノン株式会社
小杉事業所内

⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 伊東 哲也 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

フーリエ分光器

2. 特許請求の範囲

(1) 被測定光束の光路上に該被測定光束を2分割するためのビームスプリッタを設け、該ビームスプリッタにより2分割された透過光束および反射光束の各々の光路上に各光束を前記ビームスプリッタに戻すための反射手段を設け、該反射手段のうち少なくとも一方は光束の出射方向を波長に依って分散させる固定された分散素子により構成し、該ビームスプリッタにより再合成された前記被測定光束の光路上に該被測定光束の干渉縞を検出する光センサを設け、該光センサの検出結果に基づき被測定光束のスペクトルを演算する画像処理装置を備えたことを特徴とするフーリエ分光器。

(2) 前記分散素子は回折格子からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のフーリエ分光器。

(3) 前記分散素子はプリズムおよびミラーの

組合せからなることを特徴とする特許請求の範囲

第1項記載のフーリエ分光器。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は2光束干渉を利用して光のスペクトルを測定するフーリエ分光器に関するものである。

[従来の技術]

精密なスペクトルを測定する装置として知られるフーリエ分光器は、被測定光を2分割し、光路長差を少しずつ変化させながらそれら2光を干渉させ、その可視度を光路長差の関数として求めた後、この関数をフーリエ変換することによりスペクトルを測定するものである。従来は光路長差を少しずつ変化させるために、マイケルソン干渉計を構成している一方のミラーを微小距離ずつ移動させていた。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、上記従来例では干渉計を構成するミラーの一方を微小移動させる度に干渉の可視度を測定するので次のような欠点があった。第一

にエキシマレーザのようにパルス発光する場合その1パルスのスペクトル測定ができなかった。又連続光でもスペクトルが時間的に変化する場合は正確な測定ができなかった。第二にミラーの微小移動機構が必要なので、装置が複雑化していた。第三に測定に長時間を要していた。

本発明は上記従来技術の欠点に鑑みなされたものであって、干渉計を構成するミラーを移動させることなくフーリエ分光によるスペクトル測定を可能とし、装置構成を簡素化し、測定時間の短縮を可能としたフーリエ分光器の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段および作用】

前記目的を達成するため、本発明によれば、フーリエ分光器の内部で2分割された1方または両方の光束中に光束の出射方向を波長に依って分散させる回折格子等の分散素子を設け、また干渉縞を読み込む手段としての2次元センサと更にこの2次元センサで受光した光束の部分別の干渉縞の可視度を計算する画像処理装置を設けることによ

に戻る。一方光束12は回折格子5で回折されハーフミラー3に戻る。回折格子5は被測定光10の中心波長 λ_0 において回折角 ψ と入射角 θ が等しくなるように θ を調整してある。回折条件はよく知られているように、回折格子5の格子定数を d とし、 m を整数とすれば、次式(1)を満たすことである。

$$d(\sin\theta + \sin\psi) = m\lambda \quad \dots\dots (1)$$

$$\lambda = \lambda_0, \psi = \theta \text{ として } 2d\sin\theta = m\lambda_0$$

$$\dots\dots (2)$$

ハーフミラー3は合成された光束13が2次元センサ7上で適当な本数(数本~数十本)の横縞を生じるようにわずかに前傾または後傾させてある。ここでハーフミラー3とミラー4の距離 l_1 、ハーフミラー3と回折格子5の下端の距離 l_2 として $l_1 = l_2$ とすれば、光束11と光束12の干渉パターンコントラストは、2次元センサ7の受光部の1端aではいわゆるマイケルソン干渉計において、光路差0での2光束干渉のコントラストに等しく、他端bでは同様に光路差

り、ミラーを移動させることなくフーリエ分光法によるスペクトル測定ができるようにしたものである。なお、以下分散素子とは光束の出射方向を波長に依って分散させる機能を有するものを言うものとする。

【実施例】

第1図は本発明の実施例の構成を表わす図面であり、同図において、1は光源、10は光源1より発せられた被測定光、2は光束を必要だけ拡大するビーム拡大器、3は被測定光10を2光束に分割するハーフミラー、4はミラー、5は回折格子、11はハーフミラー3で分割された2光束のうちミラー4に向う光束、12は同じく回折格子5に向う光束、13はハーフミラー3で再合成された光束、6は光束13を2次元センサ7の受光部のサイズに合わせるためのビーム縮小器、7は2次元センサ、8は2次元センサからの信号を処理する画像処理装置である。

光源1から発した被測定光10はビーム拡大器2を通して光束径Dまで拡大された後、ハーフミラー3により光束11と光束12に分割される。光束11はミラー4で反射し再びハーフミラー3

$D \tan \theta$ での2光束干渉のコントラストに等しい。この理由を次に述べる。回折格子の分散は、式(1)を λ で微分した後、式(2)で m と d を消去して

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{2}{\lambda_0} \tan\theta \quad \dots\dots (3)$$

と表わされるので、回折格子5による波長 λ_0 の光と波長 $\lambda_1 = \lambda_0 + \Delta\lambda$ の光では回折光の方向が

$$\Delta\theta = \frac{2}{\lambda_0} \tan\theta \cdot \Delta\lambda \quad \dots\dots (4)$$

だけ異なる。したがって、ハーフミラーで合成された光束13の1端0では λ_0 と λ_1 の光の位相差 δ の差 $\Delta\delta$ は、 $\Delta\delta = 0$ であり点0からxだけ離れた点Pでは

$$\Delta\delta = 2\pi \frac{\Delta\theta \cdot x}{\lambda_0} = 2\pi \cdot \frac{2 \tan\theta \cdot \Delta\lambda}{\lambda_0^2} \cdot x \quad \dots\dots (5)$$

となる。ここで位相差 δ とはハーフミラー3で分離された光束11と光束12がハーフミラーで再結合した時の位相差であり、位相差の差 $\Delta\delta$ と

は、波長 λ_1 の光の位相差 δ_1 と波長 λ_0 の光の位相差 δ_0 の差 $\delta_1 - \delta_0$ のことである。一方いわゆるマイケルソン干渉計では、分離された2光束の光路長差が l の場合、波長 λ_0 の光の位相差 δ_0 は、

$$\delta_0 = -2\pi \cdot \frac{2 \cdot l}{\lambda_0} \quad \dots \dots (6)$$

波長 λ_1 の光の位相差 δ_1 は

$$\delta_1 = -2\pi \cdot \frac{2 \cdot l}{\lambda_1} \quad \dots \dots (7)$$

である。したがって、

$$\Delta \delta = \delta_1 - \delta_0$$

$$= -2\pi \cdot 2l \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

$$\approx 2\pi \cdot 2l \frac{\Delta \lambda_1}{\lambda_0^2} \quad (\Delta \lambda_1 \leq \lambda_0)$$

$\dots \dots (8)$

式(5)と(8)を比較して $l = x \tan \theta$ とすれば両式の値は等しくなる。言い換えれば、図1の点Pのコントラストとマイケルソン干渉計で光路差が

となるので式(2)の積分範囲は0から l_{max} までとしてよい。ガウス分布のスペクトルの場合は $l_{max} = 1 / 2 \Delta \nu$ である。例えば波長 $\lambda = 248 \text{ nm}$ 、 $\Delta \lambda = 1 \text{ pm}$ とすれば $\Delta \nu = \Delta \lambda \cdot c / \lambda^2 = 0.16 \text{ cm}^{-1}$ (ただし c は光速)となる。したがって、 $l_{max} = 31 \text{ nm}$ となる。これより $D \tan \theta \geq 31 \text{ nm}$ となればよい。

第2図は光路長差を大きくとるために、2個の回折格子を用いた実施例を示している。同図において24は第1図のミラー4に代えて用いた回折格子である。

上記のように変更することにより、第1の実施例と同じ光束径で、より大きな光路差を得ることができる。たとえば回折格子24を回折格子5と同じ物を使用すれば第1の実施例の2倍の光路長差が得られる。これにより、スペクトル測定分解能を2倍にすることができる。

第3図は、第1の実施例の回折格子5の代りに分散素子としてプリズムを用いた場合の実施例を示している。

$x \tan \theta$ である時の2光束干渉のコントラストが等しい。

したがって2次元センサ5上的一端aから他端bに向って光路差 l が0から $D \tan \theta$ まで連続的に変化する2光束干渉による干渉縞が生じる。2次元センサ7の受光部を縦に細かく区分して、縦長の多数の列を作り各列毎の干渉縞の可視度を画像処理装置8により計算する。区分数を n とすれば、各列の可視度はマイケルソン干渉計において一方のミラーを $\frac{D}{n} \tan \theta$ ずつ n 回移動させて、その度に測定した干渉の可視度に等しい。一般にフーリエ分光法として知られるように、光路長差 l と可視度 $V(l)$ の関係から次式(2)によってスペクトル $E(\nu)$ を求めることができる。ただし ν は波数である。

$$E(\nu) = \text{const} \times \int_0^{\infty} V(l) \cos(2\pi \nu \cdot l) dl \quad \dots \dots (2)$$

ここでスペクトル幅 $\Delta \nu$ によってきまる一定光路差 l_{max} 以上は可視度 $V(l)$ は $V(l) \approx 0$

30はプリズム、35はミラーである。

この実施例では、プリズム30の分散と等しい分散の回折格子を用いた場合の第1の実施例と同じ効果が得られる。

一般にプリズムの分散は回折格子に比べて、数分の1から数10分の1程度なので、スペクトル幅の狭い光の測定は困難だが、光量損失が小さいので、光量損失が大きい回折格子に比べて微弱光の測定には有利である。また回折格子を使用した場合に比べ、コストの低減にもなる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、フーリエ分光器を構成しているマイケルソン干渉計等の一方または両方のミラーを回折格子等の分散素子にすることによりミラーを移動させることなく、フーリエ分光ができる。

特にエキシマレーザ光のようにパルス発光の各パルスのスペクトルを測定する場合には有効である。

更にミラーの移動が不用なため装置の簡素化お

よび測定時間の短縮が図られる。

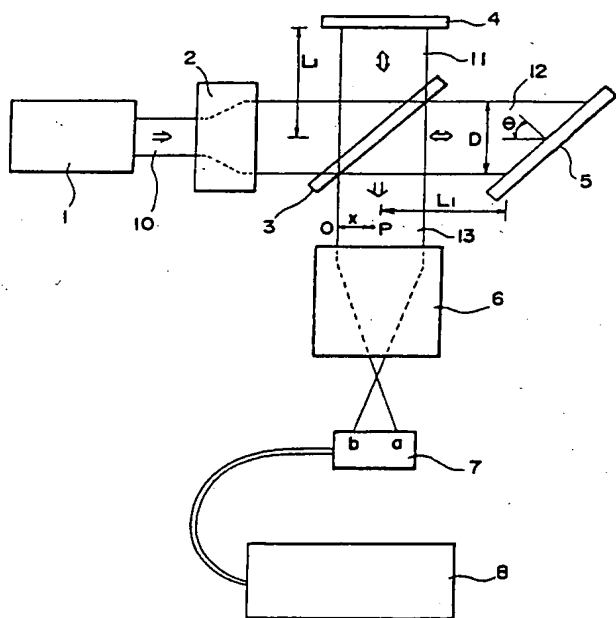
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を実施したフーリエ分光器の構成図、

第2図は2個の回折格子を使用した実施例の干渉計部分を表わした部分構成図、

第3図はプリズムを使用した実施例の干渉計部分を表わした部分構成図である。

- 1 : 光源、
- 2 : ビーム拡大器、
- 3 : ハーフミラー、
- 4 : ミラー、
- 5 : 回折格子、
- 6 : ビーム縮小器、
- 7 : 2次元センサ、
- 8 : 画像処理装置、
- 10 : 被測定光、
- 11, 12, 13 : 光束、
- 24 : 回折格子、



第 1 図

30 : プリズム、

35 : ミラー。

特 許 出 願 人

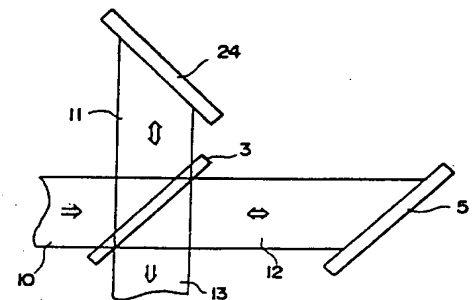
キャノン株式会社

代理人 弁理士

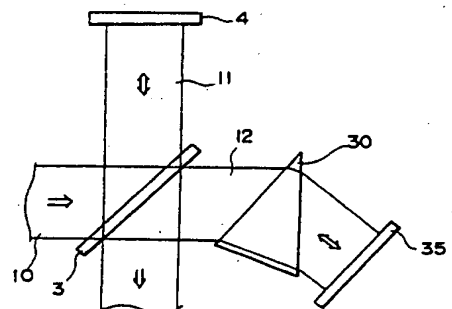
伊 東 哲 也

代理人 弁理士

伊 東 辰 雄



第 2 図



第 3 図

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-055726

(43)Date of publication of application : 24.02.1992

(51)Int.Cl. G01J 3/45

(21)Application number : 02-165566

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 26.06.1990

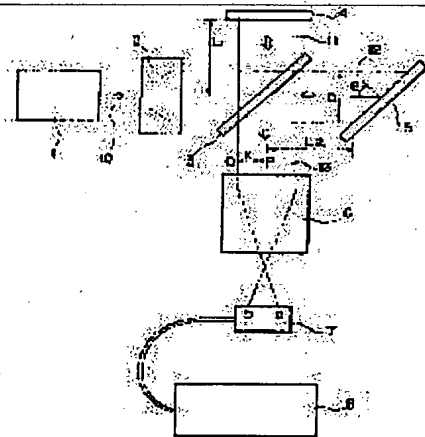
(72)Inventor : OOUCHI KAZUTANE

(54) FOURIER SPECTROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To simplify an apparatus and to shorten the measuring time by providing an image processing device which computes the spectrum of luminous flux to be measured based on the result of the detection of an optical sensor.

CONSTITUTION: Light to be measured 10 which is generated in a light source 1 is split into luminous fluxes 11 and 12 through a beam expander 2 and a half mirror 3. The luminous flux 11 is reflected from a mirror 4 and returned to the mirror 3. The luminous flux 12 is diffracted with a diffraction grating 5 and returned to the mirror 3. In the mirror 3, the synthesized luminous flux is slightly inclined so that the lateral fringes of adequate number are generated on a two-dimensional sensor 7. At this time, the distance L_1 between the mirrors 3 and 4 and the distance L_2 between the mirror 3 and the lower end of the grating 5 are set so that $L_1=L_2$. Then, the contrast of the interference pattern of the luminous fluxes 11 and 12 is equal to the contrast of the interference of two luminous fluxes at the light path difference of 0 in a Michelson interferometer at one end (a) of the light receiving part of the sensor 7. The contrast is equal to the contrast of the interference of two luminous fluxes at the light-path difference of $D \tan \theta$ at the other end (b). Therefore, the interference fringes wherein the light-path difference l continuously change from 0 to $D \tan \theta$ from one end (a) to the other end (b) on the sensor 7 are generated. The interference fringes are computed 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]